Tome 44, nº 26. — Juillet 1937.

MITGETEILT AN DER GENERALVERSAMMLUNG DER SCHWEIZERISCHEN ZOOLOGISCHEN GESELLSCHAFT, IN ZÜRICH, DEN 3. UND 4. APRIL 1937.

Die gegenseitige Beeinflussung der Erbfaktoren für Haarlosigkeit und Welligkeit bei der Hausmaus *(Mus musculus)*

(Vorläufige Mitteilung)

von

Lorna THIGPEN DAVID

Agric. Exp. Station, Storrs, Conn., U.S.A.
und
Anatom.-physiol. Institut der E.T.H., Zürich.

Bei der Hausmaus gibt es zwei Mutationen, die Haarlosigkeit verursachen. Die eine davon ist rezessiv (BROOKE, 1926). Bei Tieren, die für diese Mutation homozygot sind, entsteht das erste Haarkleid; die Haare fallen aber dann sofort aus, weil ihre Wurzeln missgebildet sind. Später bilden einige der Follikel neue Haare, während andere degenerieren und in solch grosser Zahl Zysten liefern, dass die Haut dick und faltig wird. Die zweite haarlos-Mutation ist dominant; sie verursacht eine schlechte Verhornung der Haare (LEBEDINSKY und DAUVART, 1927). Die entstehenden Haare brechen bald ab. Die beiden haarlosen Rassen wurden gekreuzt und Tiere gezüchtet, die homozygot für die rezessive und ausserdem heterozygot für die dominante Haarlosigkeit waren. Diese Bastarde zeigten die Merkmale der dominanten und der rezessiven Haarlosigkeit in verstärkter Weise (DAVID, 1932).

Bei der Maus gibt es ferner zwei rezessive Mutationen, die beim ersten Haarkleid Dauerwellen erzeugen (CREW, 1933; KEELER, 1935). Phänotypisch sind die beiden Mutanten ähnlich.

Bei den welligen Mäusen sind die meisten Haarfollikel gekrümmt und in Gruppen angeordnet, welche in verschiedene Richtungen

zeigen. Bei den späteren Haarkleidern bilden die Follikel keine Gruppen mehr, und die Krümmung ist fast verschwunden; die Wellen bleiben also nicht dauernd erhalten. Die Haare besitzen eine etwas schlechtere Verhornung als bei den normalen Tieren; infolgedessen brechen manche von ihnen ab.

Um die Kreuzung von welligen mit rezessiv haarlosen Mäusen zu studieren, wurden Tiere gezüchtet, die für die beiden Faktoren homozygot waren. Die jungen Bastarde zeigen gleichzeitig wellige und haarlose Eigenschaften: sie bilden ein welliges Haarkleid, und dann fallen ihre Haare aus. Das zweite Haarkleid ist deutlich wollig. (Rezessiv haarlose Mäuse haben oft regenerierte lockige Haare, aber nie ein wolliges Haarkleid.) Die Haut der wellig-haarlosen Mäuse wird früher als bei den rezessiv haarlosen Tieren sehr stark faltig, infolge einer starken Zunahme der Zysten des Haarkanals. Diese Zysten entstehen dadurch, dass gekrümmte Haare gegen die Haarkanäle drücken und die Zellen zur Zystenbildung anregen.

Um die Kreuzung von welligen mit dominant haarlosen Mäusen zu studieren, wurden Tiere gezüchtet, die homozygot für wellig und heterozygot für dominante Haarlosigkeit waren. Die Haare dieser Tiere sind meistens nicht wellig, nur einige Mäuse haben mehr oder weniger starke Haarwellen. Alle Tiere besitzen die Eigenschaften der dominanten Haarlosigkeit. Äusserliche und histologische Untersuchungen zeigen, dass die Verhornung der Haare den normalen Verhältnissen umso näher kommt, je stärker ihre Wellen sind.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Krümmung der Haarfollikel bei den welligen Mäusen zu erklären. Die erste ist folgende: Der Follikel ist infolge ungleichmässiger Zellteilung bei der Bildung der Haaranlage von Anfang an gekrümmt. Ein Haar, das in einem solchen Follikel entsteht, muss notwendigerweise gekrümmt sein, wenn es in dem gekrümmten Follikelteil verhärtet. Ist dieses Haar nicht allzusehr gekrümmt, so wird es sich in seinem Kanal fortsetzen und als ein gekrümmtes Haar hervorbrechen. Ist dagegen die Krümmung zu stark, so wird das Haar durch die Follikelwand hindurchbrechen und dann ohne bestimmte Richtung in der Haut wachsen. Die zweite Erklärungsmöglichkeit für die Krümmung der Haarfollikel ist folgende: Die primäre Erscheinung ist eine schlechte

Verhornung des Haares. Das schlecht verhornte Haar hat Schwierigkeit, das Stratum corneum des Haarkanals zu durchbrechen. Indem es wächst, erzeugt das Haar einen Druck, durch welchen der Follikel gekrümmt wird. Diese zweite Erklärung wird gestützt einmal durch die Tatsache, dass während des Wachstums des ersten Haarkleides die Follikel nach Beginn der Haarentwicklung stärker gekrümmt sind als vorher, ferner durch die Tatsache, dass die Follikelkrümmung bei den späteren Haarkleidern schwächer wird, als sie beim ersten Haarwachstum war.

Beide Erklärungen würden die Anordnung der Haare in Gruppen, die in verschiedene Richtungen zeigen, verständlich machen. Wenn nämlich die Follikel sich krümmen, so bilden sie Gruppen, da der Raum in der Haut begrenzt ist. Die Tatsache jedoch, dass während der späteren Haarwachstumsperioden die Krümmung der Follikel und die Gruppenbildung abnehmen, während die Verhornung immer gleich schlecht bleibt, spricht dafür, dass die wellige Abnormalität primär auf einem schwachen Grad von schlechter Verhornung beruht. Dass die Krümmung der Follikel von der schlechten Verhornung abhängt, kann man auch bei den welligen und dominant haarlosen Bastarden sehen. Bei diesen Tieren zeigen Haare, welche sehr schlecht verhornt sind, keine Wellen. Wahrscheinlich haben diese schwachen Haare nicht Kraft genug, ihre Follikel zu biegen, und wenn durch das Haarwachstum genügend Druck erzeugt wird, dann biegt sich das Haar selbst, und nicht der Follikel.

Die für die wellig-rezessiv haarlosen Mäuse charakteristischen Haar-Regenerate können wahrscheinlich als Folge der additiven Wirkung der beiden Gene erklärt werden. Die Merkmalsmanifestation der beiden Gene ist deutlich gesteigert. Die wellig-dominant haarlos-Kreuzung zeigt ebenfalls die additive Wirkung der beiden Gene, doch scheint in diesem Fall keine gesteigerte Merkmalsausprägung vorhanden zu sein. Ausserdem ist die additive Wirkung phänotypisch nicht deutlich, weil die Stärke der Haarwellen nicht zunimmt, sondern im Gegenteil abnimmt.

Durch künstlich in die Haut von neugeborenen Mäusen genähte Falten und durch Hauttransplantation konnte ich früher zeigen, dass die zuerst angelegte Follikelrichtung nicht für immer festgelegt ist; sie kann vielmehr durch eine Veränderung der Zuglinien modifiziert werden (David, 1934). Diese Schlussfolgerung wird

durch das Verhalten der Haarfollikel bei welligen Mäusen bestätigt; denn hier nehmen die Follikel bei der Entstehung des zweiten Haarkleides eine mehr normale Richtung an.

Zusammenfassung.

Beide Arten von welligen Mäusen besitzen ein etwas schlecht und unregelmässig verhorntes Haarkleid.

Die Gene für wellige Haarform und für rezessive Haarlosigkeit wirken additiv, und ihre Merkmalsmanifestationen sind gesteigert.

Die Gene für wellig und für dominante Haarlosigkeit wirken gleichfalls additiv, aber ihre Merkmalsmanifestationen sind nicht gesteigert. Der Grad der phänotypischen Ausprägung des welligen Faktors ist abgeschwächt.

Die Tatsache, dass bei welligen Mäusen die Follikel-Richtung bei der Bildung des zweiten Haarkleides mehr normal wird, bestätigt die experimentellen Ergebnisse, die mit künstlichen Hautfalten und Hauttransplantaten erhalten wurden, dass nämlich die ursprüngliche Richtung der Follikel abgeändert werden kann.

Herrn Dr. Ulrich danke ich für die Hilfe bei der Übersetzung dieser Arbeit.

LITERATUR

1926. Brooke, H. C. *Hairless mice.* J. of Heredity, **17**, 173-174.

1933. Crew, F. A. E. *Waved: an autosomal recessive coat form character in the mouse.* J. of Genetics, **27**, 95-96.

1932. David, Lorna Thigpen. *The external expression and comparative dermal histology of hereditary hairlessness in mammals.* Zeitschr. f. Zellforschung und mik. Anatomie, **14**, 616-719.

1934. —— *Modification of hair direction and slope on mice and rats (Mus musculus and Mus norvegicus albinus).* J. of Exp. Zool., **68**, 519-527.

1935. Keeler, C. E. *A second rexoid coat character in the house mouse.* J. of Heredity, **26**, 189-191.

1927. Lebedinsky, N. G. und Dauvart, A. *Atrichosis und ihre Vererbung bei der albinotischen Hausmaus.* Biol. Zbl., **47**, 748-752.